



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Βιοχημεία Τροφίμων I

Ενότητα 9^η

Δημητριακά III (μέρος β)

Όνομα καθηγητή: Έφη Τσακαλίδου

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
πρόγραμμα για την ανάπτυξη





Στόχοι ενότητας

- Κατανόηση των βιοχημικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα κατά την παρασκευή του ψωμιού.



Λέξεις - κλειδιά

- Λέξεις κλειδιά: Γλιαδίνες, Γλουτενίνες, Γλουτένη, Πεντοζάνες, Ζύμες, Προζύμι, Ζύμωση, Πρόσθετα, Διατροφική Αξία, Πρεβιοτικά.
- Key words: Gliadins, Glutenins, Gluten, Pentozans, Yeasts, Sourdough, Fermentation, Additives, Nutritional Value, Prebiotics.



Άμυλο (α)

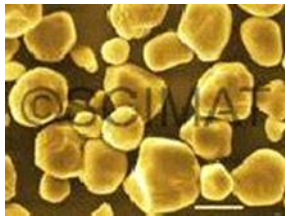
- άμυλο:
 - προσροφά νερό,
 - ζελατινοποιείται,
 - ανακρυσταλλώνεται.
- κοκκία αμύλου:
 - δεν διαλύονται στο νερό,
 - προσροφούν νερό και διογκώνονται.
- άθικτα κοκκία αμύλου:
 - απορροφούν μόνο το 1/2 του βάρους τους σε κρύο νερό.



Άμυλο (β)

- **θρυμματισμένα κοκκία αμύλου:**
 - απορροφούν μέχρι και 2 φορές το βάρος τους.
 - αύξηση της απόδοσης σε τελικό προϊόν.
- **βαθμός θρυμματισμού κοκκίων αμύλου ελέγχεται κατά την άλεση του σίτου.**

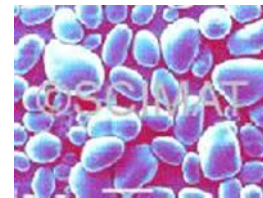
Κοκκία αμύλου



Καλαμπόκι



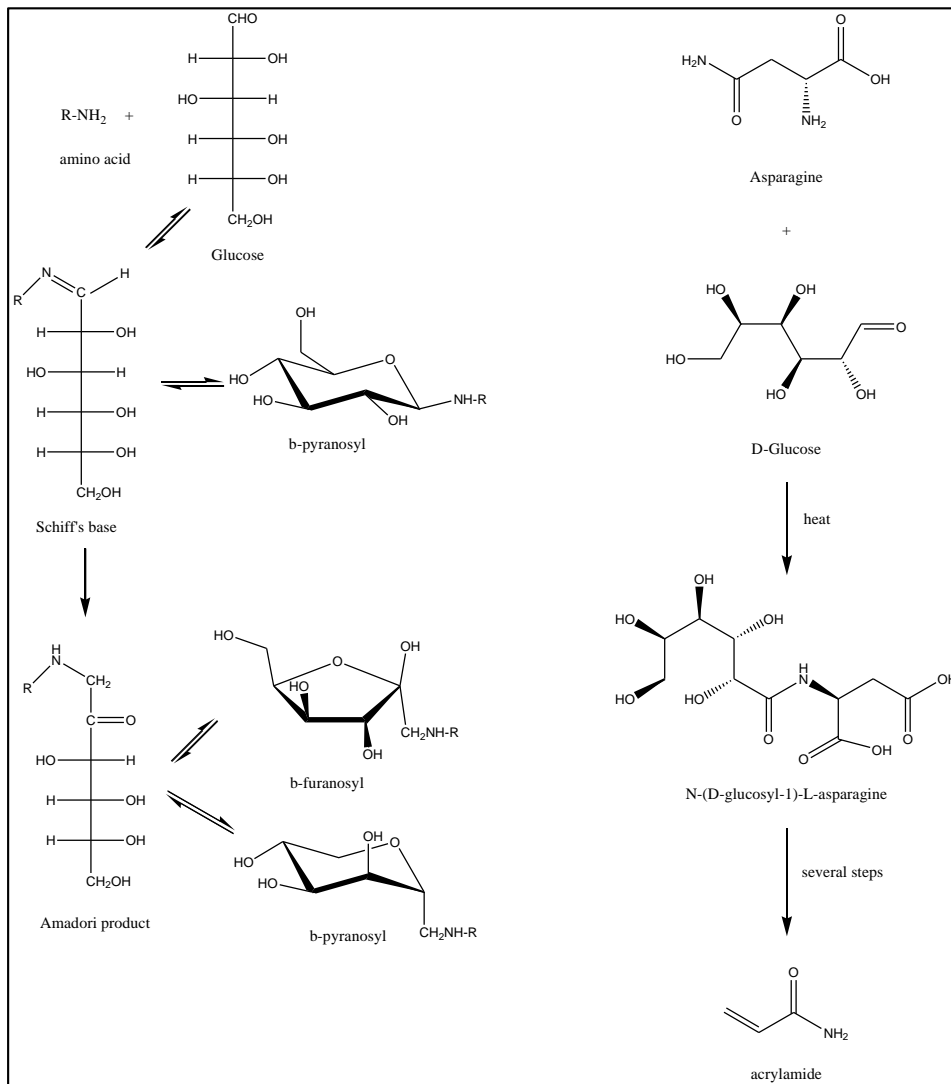
Ρύζι



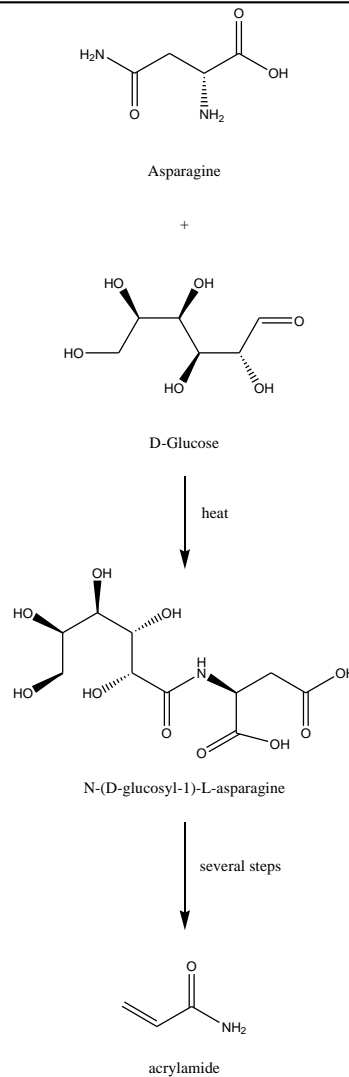
Πατάτα



Άμυλο (γ)

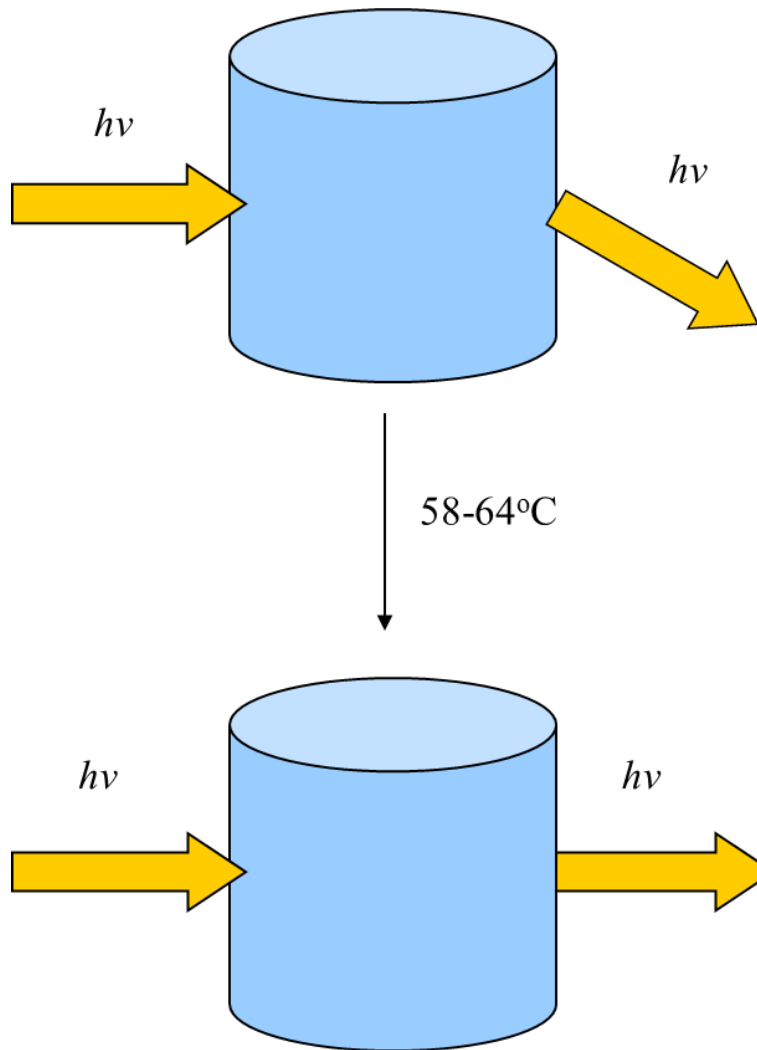


Αντίδραση Maillard



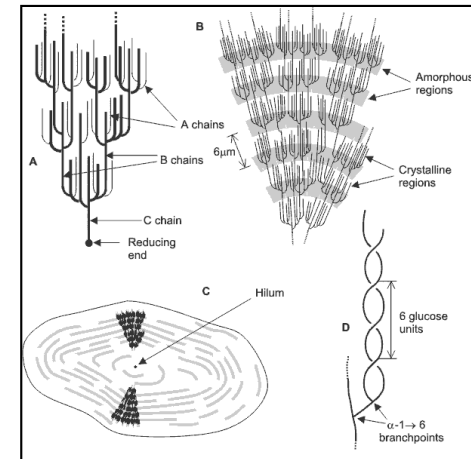


Άμυλο (δ)



αιώρημα αμύλου σε H_2O

«κρυσταλλική δομή»



εξασθένιση δεσμών H,
αποδιάταξη μοριακής οργάνωσης,
αύξηση προσρόφησης H_2O ,
ζελατινοποίηση,
άμορφο άμυλο, μη κρυσταλλικό.



Άμυλο (ε)

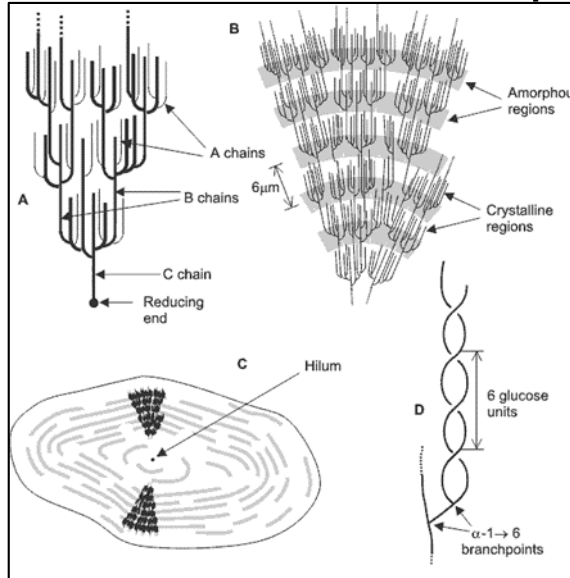
φρέσκο ψωμί

παλαίωση

σκληρό ψωμί

άμορφο άμυλο

ανακρυστάλωση



μείωση διαλυτότητας αμύλου

«κρυσταλλικό άμυλο»



Πρόσθετα αρτοποιίας (α)

Πρόσθετα στην αρτοποιία βιομηχανικής κλίμακας.

- **κυστεΐνη, θειώδες ή μεταθειώδες νάτριο:**

- αναγωγικά αντιδραστήρια των δισουλφυδικών δεσμών στις πρωτεΐνες.
- συμβάλλουν στην καλύτερη ανάπτυξη του ζυμαριού (dough relaxer).

- **ασκορβικό οξύ:**

- οξειδωτικό αντιδραστήριο.
- δυναμώνει τη γλουτένη.
- βελτιώνει την κατακράτηση του διοξειδίου του άνθρακα.
- βελτιώνει τον όγκο του ψωμιού.



Πρόσθετα αρτοποιίας (β)

Πρόσθετα στην αρτοποιία βιομηχανικής κλίμακας.

- **ιωδικό νάτριο και ασβέστιο** (ταχέως οξειδωτικά).
- **βρωμικό νάτριο και ασβέστιο** (βραδέως οξειδωτικά):
 - στην οξείδωση σουλφυδριλικών ομάδων σε δισουλφίδια,
 - και επομένως στην ενδυνάμωση της γλουτένης.
- **Γαλακτοματοποιητές:**
 - καλύτερη διασπορά του λίπους στο ζυμάρι,
 - αύξηση της εκτατικότητας του
 - αλληλοεπιδρούν με το σύμπλοκο γλουτένης-αμύλου.
 - συμβάλλουν στη καθυστέρηση της παλαίωσης του ψωμιού.



Πρόσθετα αρτοποιίας (γ)

Πρόσθετα στην αρτοποιία βιομηχανικής κλίμακας.

- **Υδροκολλοειδή** (προϊόντα αμύλου από διάφορα φυτά):
 - ρυθμίζουν την κατακράτηση και την κατανομή του νερού.
 - αυξάνουν έτσι την απόδοση στο τελικό προϊόν,
 - ταυτόχρονα ενισχύουν τη δομή της κόρας και,
 - βελτιώνουν την πεπτικότητα του ψωμιού.
- **Κυτταρίνη** ή παράγωγα κυτταρίνης:
 - χρησιμοποιούνται ως πηγές διαιτητικών ινών.



Πρόσθετα αρτοποιίας (δ)

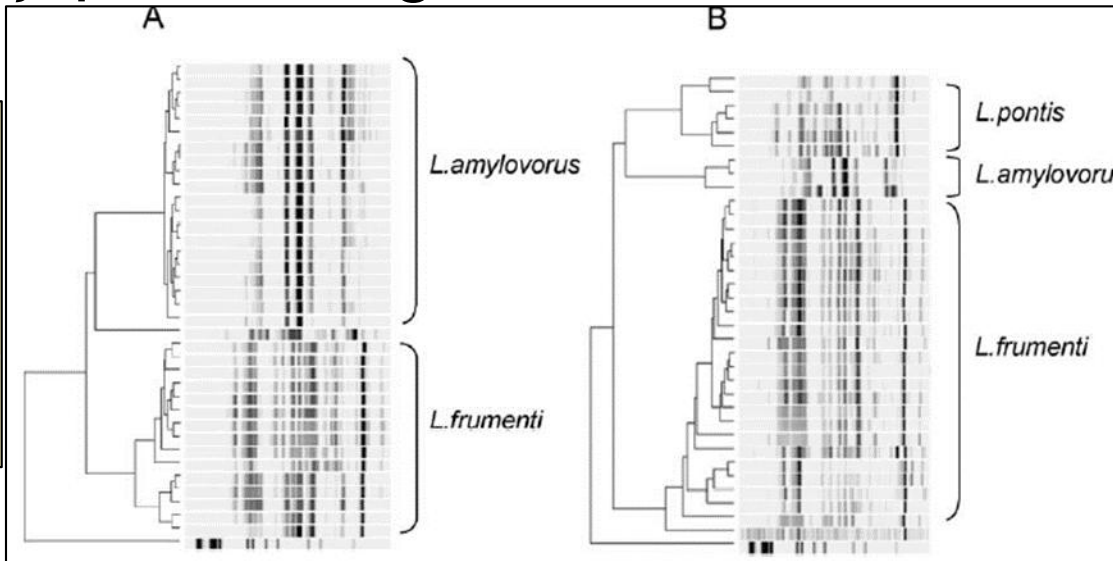
Πρόσθετα στην αρτοποιία βιομηχανικής κλίμακας.

- **Αλάτι** (περίπου 2% του βάρους του αλεύρου):
 - αύξηση του αρώματος.
 - μεταβάλλει το χρόνο ανάμιξης του ζυμαριού.
 - αυξάνει τη σταθερότητα του ζυμαριού.
 - αυξάνει την κατακράτηση του διοξειδίου του άνθρακα.
 - αυξάνει τη θερμοκρασία ζελατινοποίησης του αμύλου.

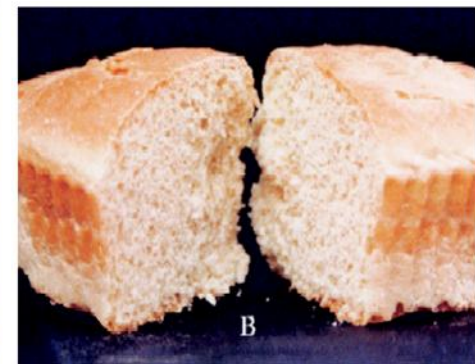
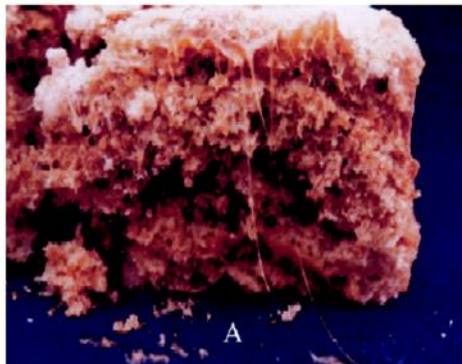
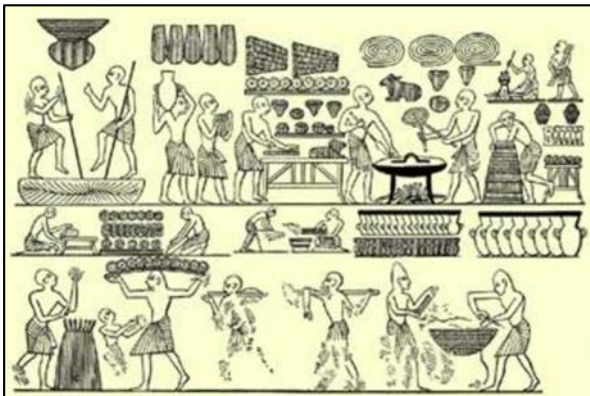


Προζύμι

- Προζύμι: Anstellgut, Le chef, Masa madre.



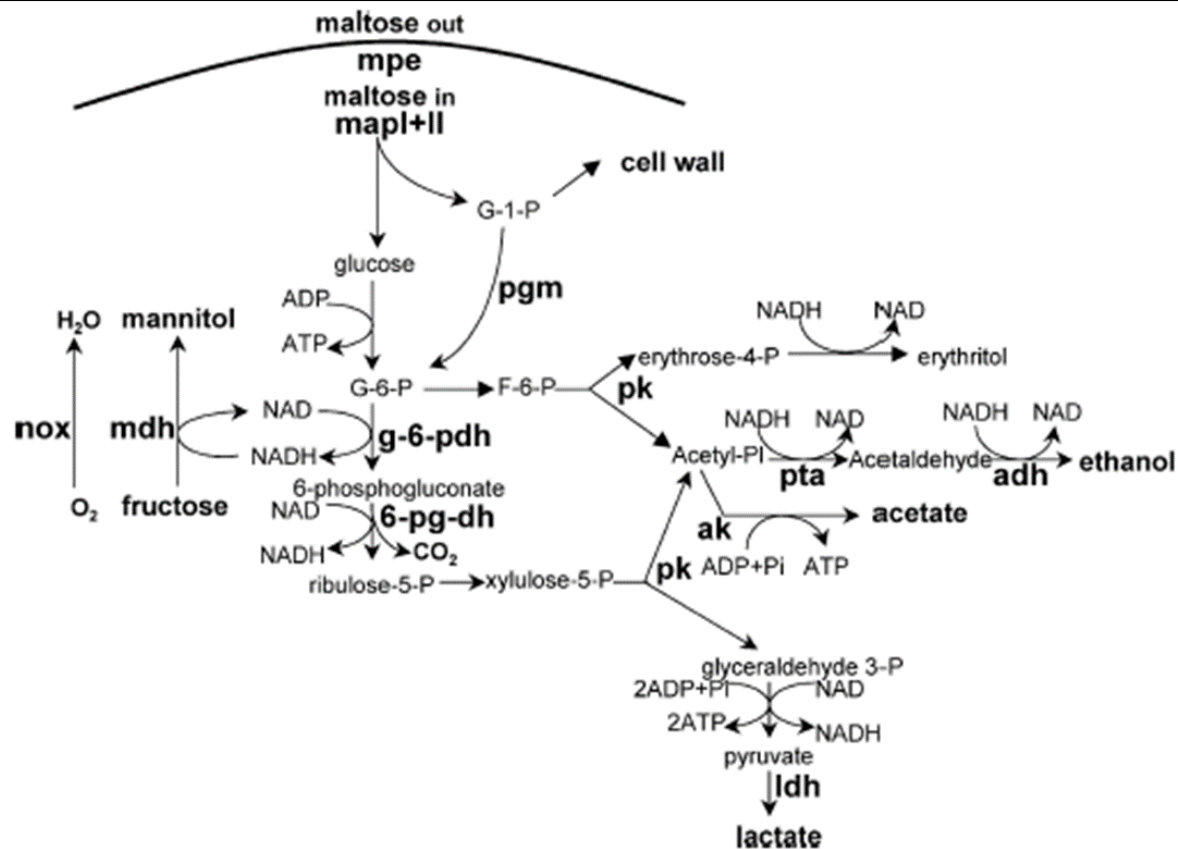
Ηλεκτροφορητική απεικόνιση των πρωτεϊνών οξυγαλακτικών βακτηρίων.





Καταβολισμός μαλτόζης (α)

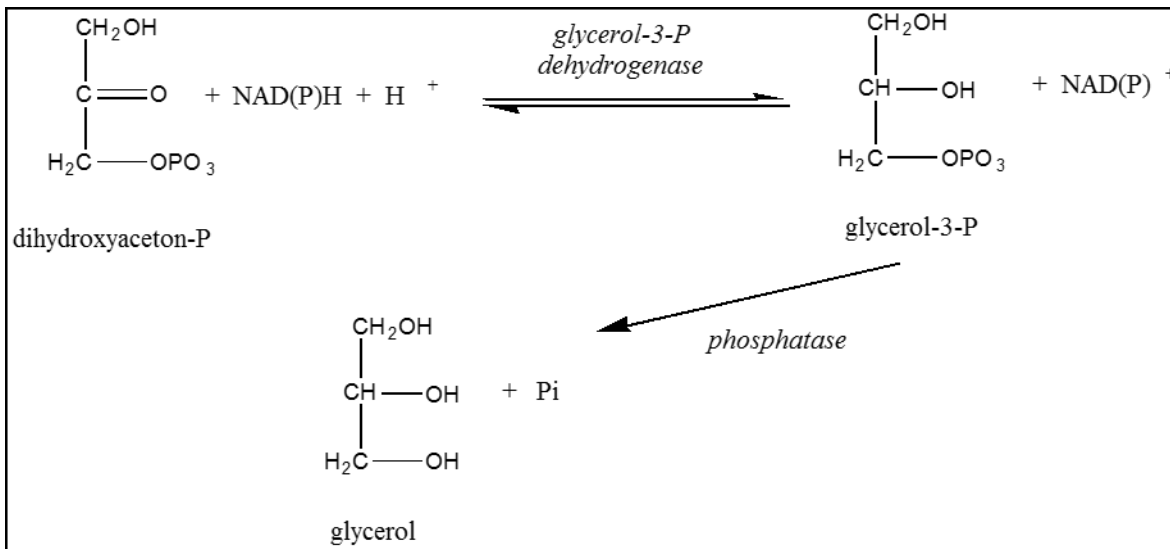
Η συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών υδατανθράκων στο αλεύρι (μαλτόζη, σακχαρόζη, γλυκόζη, φρουκτόζη) κυμαίνεται από 1.55 μέχρι 1.85%.



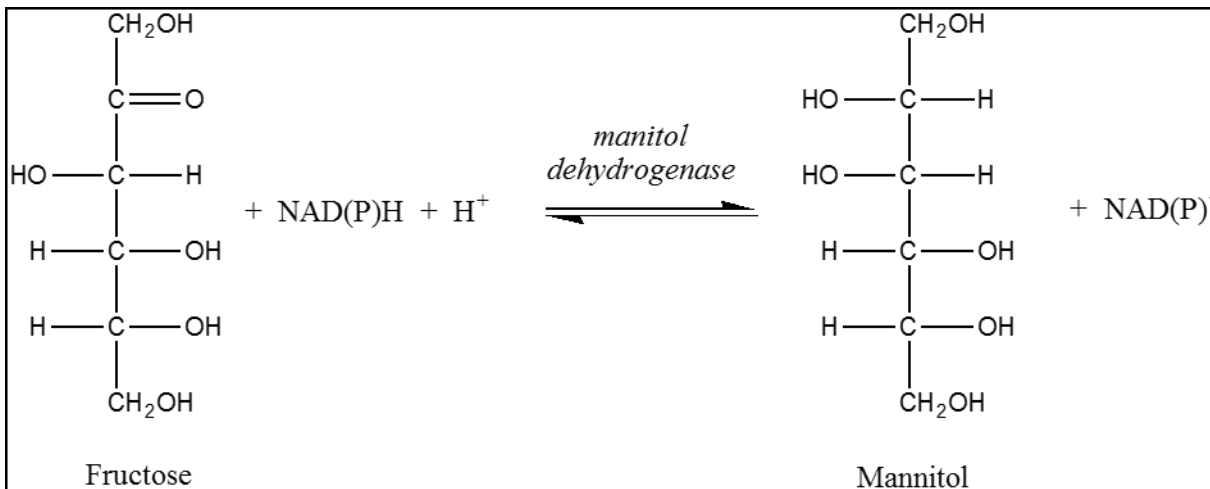
Μονοπάτι του καταβολισμού της μαλτόζης.



Καταβολισμός μαλτόζης (β)



Αντίδραση μετατροπής της δι-υδροξυ-ακετόνης-P προς γλυκερόλη.



Αντίδραση αναγωγής της φρουκτόζης προς μαννιτόλη.



Οξίνιση (α)

- Τα **οργανικά οξέα** που παράγονται στο ψωμί που γίνεται με ξινό ζυμάρι βελτιώνουν τα οργανοληπτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του ψωμιού ενώ ταυτόχρονα **αυξάνουν το χρόνο ζωής** του.
- Το **οξικό οξύ** σε συγκεντρώσεις 100-200 ppm αυξάνει την ένταση των αρωματικών συστατικών του ψωμιού.
- Ένας **συντελεστής ζύμωσης 2.0 - 2.7** (fermentation quotient, FQ = γραμμομοριακή αναλογία γαλακτικού οξέος προς οξικό) καθιστά τη γεύση και το άρωμα του ψωμιού πολύ πιο έντονα.



Οξίνιση (β)

- Ειδικότερα στο ψωμί από **σίκαλη** η οξίνιση ενδυναμώνει το **πλέγμα της γλουτένης** και βοηθά στη σωστή διόγκωση του ψωμιού.
- Η οξίνιση επίσης καθυστερεί την ανακρυστάλλωση του αμύλου και άρα την παλαίωση του ψωμιού.



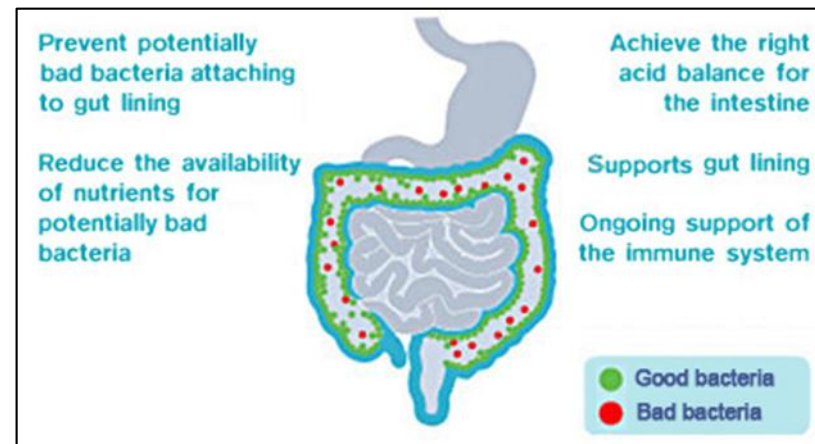
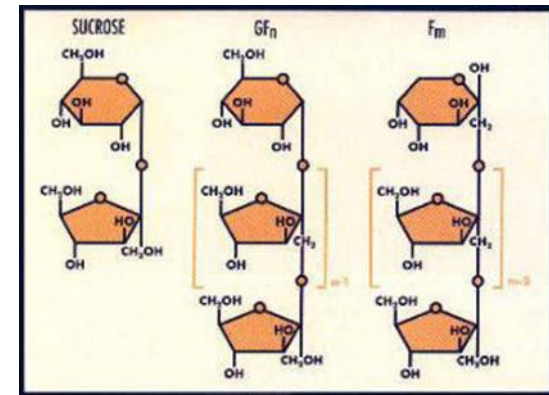
Διατροφική αξία ψωμιού

- Τα δημητριακά περιέχουν **φυτικό οξύ** (εξαφωσφορική μυο-ινοσιτόλη):
 - δεσμεύει πολύτιμα μεταλλικά στοιχεία (Zn, Fe και Ca).
 - μειώνει τη βιοδιαθεσιμότητα τους.
 - μειώνει τη διατροφική αξία των πρωτεϊνών.
- Στο ψωμί, το φυτικό οξύ διασπάται τόσο από:
 - την ενδογενή **φυτάση του αλεύρου**,
 - τις **φυτάσες των ζυμών και των βακτηρίων** της ζύμωσης.
- Κάποιοι ερευνητές αποδίδουν στο **φυτικό οξύ** **ευεργετικές ιδιότητες**:
 - αντικαρκινογόνο δράση.
 - προστασία στις καρδιαγγειακές παθήσεις.



Πρεβιοτικά (α)

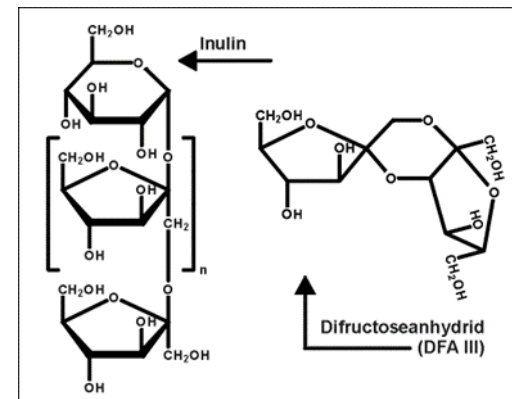
- ολιγοσακχαρίτες ή πολυσακχαρίτες.
- δεν υδρολύονται από τα ενδογενή ένζυμα του πεπτικού σωλήνα.
- καταβολίζονται από μικροοργανισμούς του εντέρου.
- Στα δημητριακά τέτοια μόρια είναι:
 - η κυτταρίνη,
 - οι ημικυτταρίνες,
 - το ανθεκτικό άμυλο,
 - τα αραβοξυλάνια,
 - οι πεντοζάνες,
 - τα γλυκάνια.





Πρεβιοτικά (β)

- Προϊόντα της αποικοδόμησης των πρεβιοτικών:
 - τα μικρού μοριακού βάρους λιπαρά οξέα (short chain fatty acids, SCFA),
 - ιδιαίτερα το οξικό, το προπιονικό και το βουτυρικό οξύ.
- Βουτυρικό οξύ:
 - πηγή ενέργειας από τα κύτταρα του επιθηλίου του εντέρου.
- Οξικό και προπιονικό:
 - αφού εισέλθουν στη εντεροηπατική κυκλοφορία μειώνουν την ηπατική σύνθεση της χοληστερόλης.





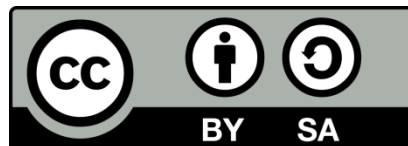
Βιβλιογραφία

- B.K. Simpson (2012) Food Biochemistry and Food Processing, Wiley-Blackwell (ISBN 081380874X).
- M.J. Berg, L.J. Tymoczko, L. Stryer (2011) Βιοχημεία, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (ISBN 978-960-524-190-2).



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





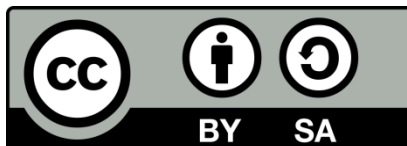
Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Τσακαλίδου Έφη, «Βιοχημεία Τροφίμων Ι». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDFSHN109/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει) μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.